



Ficha técnica agroclimática: herramienta de apoyo para la gestión del riesgo agroclimático en cultivos ecuatoriales

**Andrés Javier Peña Quinones
Ángela María Castaño Marín
Luis Fernando Gómez Gil
Diana Lucía Correa-Moreno
Jaime Humberto Bernal Riobo
Néstor Miguel Riaño Herrera
Gerardo Antonio Góez Vinasco**

AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Prácticas Agropecuarias

Ficha técnica agroclimática: herramienta de apoyo para la gestión del riesgo agroclimático en cultivos ecuatoriales

Andrés Javier Peña Quiñones
Ángela María Castaño Marín
Luis Fernando Gómez Gil
Diana Lucía Correa-Moreno
Jaime Humberto Bernal Riobo
Néstor Miguel Riaño Herrera
Gerardo Antonio Góez Vinasco

Mosquera, Colombia, 2023

AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Prácticas Agropecuarias

Ficha técnica agroclimática: herramienta de apoyo para la gestión del riesgo agroclimático en cultivos ecuatoriales. / Andrés Javier Peña Quiñones [y otros seis]. -- Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2023.

44 páginas (Colección Transformación del Agro)

Incluye referencias bibliográficas, gráficos y fotografías.

ISBN e-Book : 978-958-740-685-6

1. Agro climatología 2. Adaptación al cambio climático 3. Fenómenos atmosféricos 4. Análisis de riesgos 5. Sistemas de producción 6. Manejo del cultivo 7. Resiliencia al clima.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura -Agrovoc

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Centro de Investigación La Libertad. Kilómetro 17, Vía Puerto López, Meta. Código postal 502008, Colombia.

Centro de Investigación La Selva, Kilómetro 7, vía Rionegro-Las Palmas, sector Llanogrande. Rionegro, Antioquia. Código postal 054040, Colombia.

Centro de Investigación Palmira. Diagonal a la intersección de la carrera 36A con calle 23, Palmira, Valle del Cauca. Código postal: 763533, Colombia.

Esta publicación es resultado de investigación del proyecto Planes de Manejo Agroclimático Integrado.

Colección: Prácticas Agropecuarias

Tipología: Cartilla

Fecha de recepción: 29 de julio de 2022

Fecha de evaluación: 1 de septiembre de 2022

Fecha de aceptación: 21 de marzo de 2023

Publicado: diciembre de 2023

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

Dirección editorial: Astrid Verónica Bermúdez Díaz

Edición: Liliana Gaona García

Corrección de estilo: Andrés Castillo Brievea

Diseño: Mónica Ayala Rico, Oficina Asesora de

Comunicaciones, Identidad y Relaciones Corporativas

Diagramación: María Paula Berón Ramírez

Citación sugerida: Peña Quiñones, A. J., Castaño Marín, A. M., Gómez Gil, L. F., Correa-Moreno, D. L., Bernal Riobo, J. H., Riaño Herrera, N. M. & Góez Vinasco, G. A. (2024). *Ficha técnica agroclimática: herramienta de apoyo para la gestión del riesgo agroclimático en cultivos ecuatoriales*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7406856>

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones y de la información recogida en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación. Igualmente, expresan que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros, relativa a los derechos de autor u otros derechos que se vulneren como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@agrosavia.co

www.agrosavia.co



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Contenido

Los autores	9
Presentación	13
Introducción	15
Conceptualización	19
Riesgo	19
Amenaza o peligro	19
Vulnerabilidad	19
Exposición	20
Sensibilidad o impacto	20
Adaptación	20
Resiliencia	20
El enfoque de análisis del riesgo para la toma de decisiones	21
Descripción de la herramienta	25
Metodología para la construcción de la herramienta para apoyar la toma de decisiones	29
Ejemplo de construcción de una FTA para el cultivo de plátano en el departamento del Quindío	31
Definición de déficit y exceso hídrico en el contexto de la FTA	35
Conclusión	37
Referencias	39



Lista de figuras

Figura 1	Flujo de información en las MTA y su relación con la incertidumbre para la toma de decisiones	16
Figura 2	Ejemplo del efecto de la variación de los elementos del clima sobre el sistema de cultivo	22
Figura 3	Vulnerabilidad de un cultivo a la amenaza por déficit y exceso hídrico, bajo dos escenarios diferentes	23
Figura 4	Versión inicial de una ficha agroclimática para el cultivo de papa	28
Figura 5	Diagrama para la definición del ciclo de cultivo	30
Figura 6	Línea de tiempo con información referente a fenología y gestión del cultivo	30
Figura 7	Ficha agroclimática para el cultivo del plátano (cv. Dominico Hartón) sembrado por encima de los 1.200 m s. n. m.	33
Figura 8	Definición del exceso y el déficit hídrico en las FTA, como función de la altitud y de la capacidad de retención de humedad del suelo	36

Lista de tablas

Tabla 1	Ejemplo de identificación del riesgo agroclimático y la vulnerabilidad de un cultivo de papa en la sabana del occidente de Cundinamarca	27
----------------	---	----



Los autores

Ángela María Castaño Marín

Correo electrónico: amcastano@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7190-9412>

Ingeniera agrónoma y doctora en Ciencias con énfasis en Ecofisiología de Cultivos y Micrometeorología. Ha desarrollado su carrera enfocándose en la eficiencia productiva y el uso eficiente del agua, así como en la respuesta ecofisiológica al estrés abiótico en especies perennes y de ciclo corto. Su experiencia incluye dirección de tesis de pregrado, maestría y doctorado, estudios avanzados en el balance de carbono y la evapotranspiración de cultivos, y ha liderado proyectos de investigación que han resultado en el desarrollo de sistemas de información agroclimática y modelos de cultivos. Adicionalmente, se ha enfocado en la gestión del riesgo agroclimático, mediante la creación de herramientas en colaboración con agricultores. Con una sólida trayectoria en Cenicafé, actualmente ejerce como investigadora PhD en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), en el Centro de Investigación La Selva.

Diana Lucia Correa-Moreno

Correo electrónico: dlcorrea@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1655-6102>

Ingeniera Agrónoma con maestría y doctorado en Ciencias Agrarias, línea de investigación Manejo de Suelos y Aguas, de la Universidad Nacional de Colombia. Tiene experiencia en proyectos de investigación y extensión en degradación de suelos, desertificación, cambio climático, cuencas hidrográficas, manejo y conservación de suelos y aguas, evaluación de tierras e indicadores de calidad del suelo. Es investigadora en proyectos de manejo agronómico y zonificación de cultivos (guayaba, aguacate, mora y cítricos), evaluación de especies forestales, servicios ecosistémicos asociados y adaptación a la variabilidad y al cambio climático, en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Es miembro de la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo (SCCS) y de la Unión Internacional de la Ciencia del Suelo (IUSS).

Luis Fernando Gómez Gil

Correo electrónico: lgomezg@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3871-0097>

Ingeniero agrónomo, doctor en Ciencias Agrarias con énfasis en Fisiología y Ecofisiología Vegetal. Ha adelantado sus proyectos de investigación en instituciones del orden nacional (Cenicafé, Cenicaña, Corpoica) e internacional (Universidad de Illinois, Laboratorio de Cambio Climático), en sistemas productivos de café, papa, plátano, uchuva, lima ácida Tahití, cacao y caña de azúcar. Sus trabajos se fundamentan en aspectos básicos de la fisiología vegetal y cómo estos explican el comportamiento de los cultivos en campo, asociados a aspectos ecofisiológicos. Además, ha sido líder de proyectos en diversos temas, como fenotipificación, metabolismo del carbono, relación fuente/demanda, bioquímica, eficiencia en el uso de los recursos agua, carbono y radiación, modelación matemática de los cultivos, metodologías para cuantificar la captura de CO_2 por el café y especies forestales nativas e introducidas. Asimismo, ha profundizado en temas de gestión del riesgo agroclimático de diferentes especies vegetales asociadas a las mesas técnicas agroclimáticas del país. Actualmente es investigador PhD en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) en el Centro de Investigación La Selva y en la sede del Eje Cafetero.

Andrés Javier Peña Quiñones

Correo electrónico: apena@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7642-9725>

Ingeniero agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia, magíster en Meteorología de la misma universidad y doctor en Ingeniería Agrícola y Biológica de la Universidad del Estado de Washington. En la actualidad, es investigador PhD asociado en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) donde, desde 2020, se dedica al estudio de la climatología y agroclimatología de zonas ecuatoriales. Su trabajo se basa en el desarrollo de herramientas para apoyar la toma de decisión con base en el análisis de riesgo. Ha publicado artículos científicos en revistas indexadas sobre temas relacionados con climatología, meteorología agrícola y micrometeorología.

Néstor Miguel Riaño Herrera

Correo electrónico: nestormriano@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0957-2980>

Ingeniero agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, y doctor en Ciencias-Química (Bioquímica Vegetal) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Desde 1986 ha presentado más de 80 trabajos de investigación en congresos y seminarios nacionales e internacionales; además, ha participado en 30 oportunidades como conferencista magistral en congresos nacionales e internacionales. Es líder y coordinador multidisciplinario

de investigación y desarrollo en adaptación a la variabilidad climática y al cambio climático; asimismo, lideró el grupo de investigación en Fisiología Vegetal del Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé). En la actualidad, su trabajo se centra en el desarrollo de estrategias para el trabajo interdisciplinario e interinstitucional, y en el diseño y la elaboración de proyectos de investigación, así como en la modelación del crecimiento y desarrollo de plantas.

Jaime Humberto Bernal Riobo

Correo: jhbernal@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8738-1365>

Agrónomo y PhD en Ecofisiología Vegetal. Investigador en sistemas agroalimentarios, y tiene experiencia en investigación relacionada con temas específicos de gestión integral de suelos y cultivos en la Orinoquia colombiana, desarrollo sostenible y medio ambiente. Profesor catedrático en suelos y fisiología de cultivos en pregrado; experto en agricultura regenerativa y agricultura de precisión, adaptación de sistemas alimentarios frente al cambio climático, modelamiento de cultivos y desarrollo de sistemas de producción sostenibles de cultivos y pasturas en suelos de la Orinoquia. Presidente de la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo durante 2011-2013 y 2017-2020. Director del grupo de investigación Agricultura de Conservación para Suelos del Trópico Bajo, categoría A del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Investigador líder y coinvestigador de proyectos de financiación nacional e internacional en modelos agrícolas productivos bajos en carbono, nonofertilizantes y adaptación de cultivos al cambio climático. Cuenta con publicaciones científicas y divulgativas en análisis de gestión integral del suelo y cultivos, indicadores de ecoeficiencia, y adaptación y mitigación frente al cambio y la variabilidad climática.

Gerardo Antonio Góez Vinasco

Correo electrónico: gerardo.goezv@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8593-2194>

Administrador ambiental de la Universidad Tecnológica de Pereira, estudiante de maestría en Modelado y Simulación de la Universidad Jorge Tadeo Lozano. Experiencia en desarrollo de aplicaciones para modelación de calidad del agua y de cultivos, y procesamiento de datos micrometeorológicos provenientes de torres de monitoreo suelo-planta-atmósfera (Eddy Covariance). Ha participado en proyectos de gestión del riesgo agroclimático, entre otros. Coautor de varias publicaciones de artículos científicos en micrometeorología y sus relaciones con aspectos ecofisiológicos de cultivos, metabolismo de carbono, modelación de captura de carbono y uso del agua.



Presentación

Se pone a disposición de las mesas técnicas agroclimáticas (MTA) una herramienta que, usada correctamente, permitirá incrementar la certidumbre de las recomendaciones que se generan en las mesas y que se plasman en el Boletín Técnico Agroclimático Nacional (BTA), producto de la MTA nacional y de las MTA regionales o departamentales, liderado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Esta herramienta podrá ser utilizada por los participantes de las MTA como base para la gestión del riesgo en escenarios productivos agropecuarios. Para la construcción del instrumento, se utilizaron conceptos técnicos de gestión del riesgo, ecofisiología y agroecosistemas. Estos conceptos son claves para entender algunos eventos climáticos como posibles amenazas y la capacidad de los agroecosistemas para enfrentarlas debido a su vulnerabilidad. Así, se genera una herramienta de apoyo para la toma de decisiones oportunas y confiables en el contexto de la adaptación de los cultivos a la oferta climática cambiante.



Introducción

Las mesas técnicas agroclimáticas (MTA) son espacios de discusión e interacción¹ donde expertos en meteorología entregan proyecciones o predicciones climáticas a expertos en sistemas de producción agropecuaria (ingenieros agrónomos, agrónomos, veterinarios, zootecnistas, extensionistas, productores agropecuarios, entre otros), con el fin de convertir los escenarios climáticos en recomendaciones para la gestión de los cultivos. Dichas recomendaciones se construyen después de identificar las amenazas al agroecosistema, dado el conocimiento que se tiene de la vulnerabilidad de cada uno de sus subsistemas frente a los elementos del clima. Así, los profesionales del agro y los productores, con su experiencia en el manejo de los diferentes sistemas de producción agropecuaria, definen las medidas para reducir el riesgo de que las metas de producción no se cumplan debido a las condiciones meteorológicas; es decir, determinan la forma de adaptarse correctamente frente a escenarios climáticos adversos (figura 1).

Los diferentes escenarios productivos y las posibles prácticas de adaptación se condensan en el Boletín Técnico Agroclimático (BTA), el cual puede ser utilizado por los interesados directos, en diferente nivel, como una herramienta base para la toma de decisiones. Gracias a este, las MTA se han consolidado como una estrategia para definir medidas de adaptación de la agricultura frente a las variaciones del clima en escenarios de alta incertidumbre.

En la figura 1 se aprecia que la mayor incertidumbre está asociada a la predicción del clima, y la menor, a la definición de adaptación en contextos locales. La incertidumbre relacionada con la identificación de escenarios y de la especie de cultivo. Las líneas punteadas determinan el límite difuso que existe entre la actividad de las MTA y la actividad

¹ Por lo general, son reuniones de carácter mensual, aunque en algunos departamentos o regiones tienen otra frecuencia.

de extensión, mediada por el BTA (a). La información suministrada en este último muestra que la incertidumbre se relaciona con la predicción climática (alta, *per se*) y también con los modelos utilizados por los expertos para generar los escenarios productivos (b).

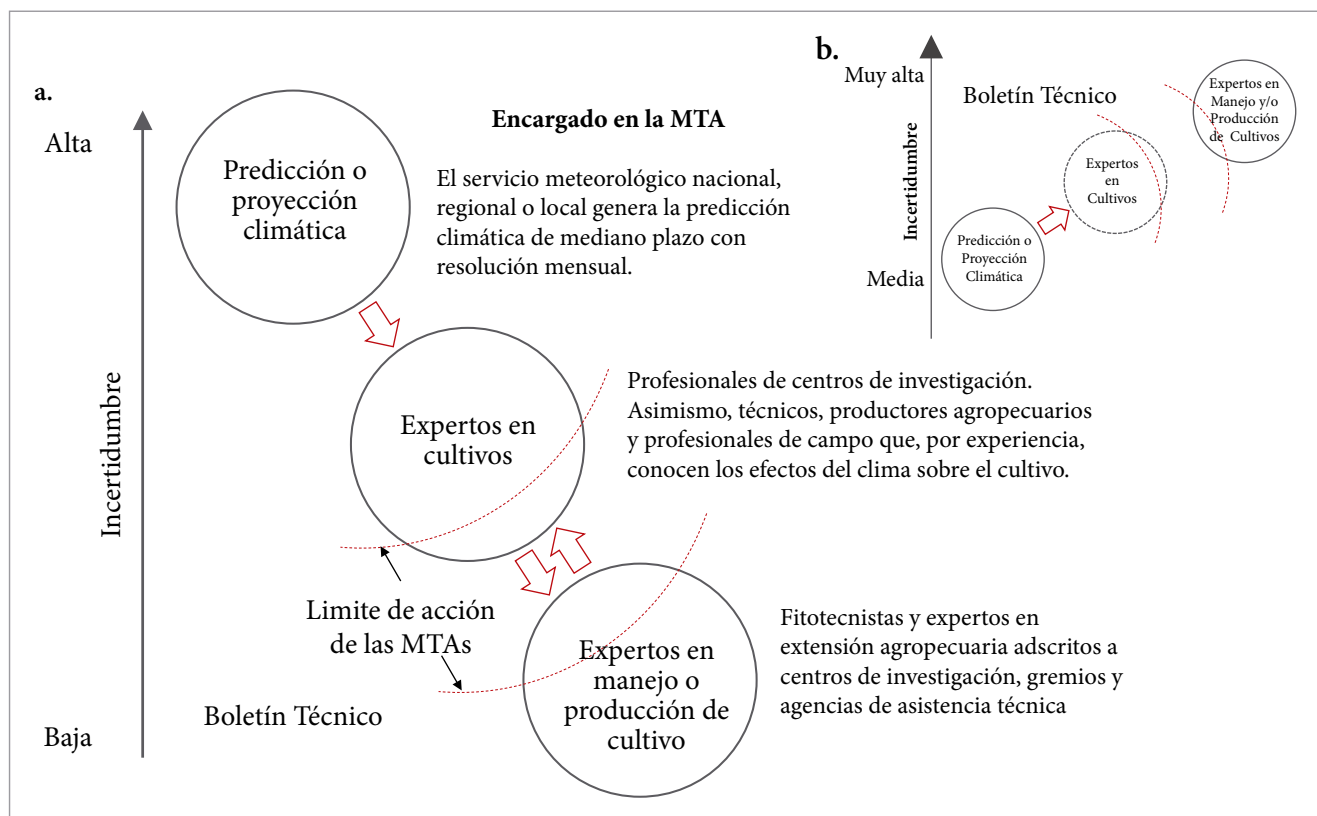


Figura 1. Flujo de información en las MTA y su relación con la incertidumbre para la toma de decisiones.

Fuente: Elaboración propia

Como estrategia para potenciar el impacto del BTA sobre la producción agropecuaria, que incluye al productor y su entorno, es necesario que la información sea confiable y fácilmente interpretable y aplicable. Para lograr confiabilidad, la herramienta desarrollada utiliza principios del análisis de riesgo y se propone como base para la generación del boletín. La facilidad de interpretación y aplicación de la información suministrada, que se relaciona con la probabilidad de configuración de riesgo agroclimático, dependerá de la capacidad de los autores del boletín y de la capacitación previa que tengan sus usuarios. Así, se pone a disposición una herramienta y una estrategia que integra el conocimiento de la ecofisiología de los cultivos como base técnica y científica para tomar decisiones. En este caso, dicha información se interpretará de tal manera que permita identificar la vulnerabilidad del agroecosistema frente a las condiciones climáticas adversas (amenaza), que generan un riesgo, y desde las MTA, proponer una forma apropiada de abordarlo (resiliencia y adaptación).

Las características de la agricultura colombiana determinan la necesidad de fortalecer las MTA y, con esto, la información que se presenta en los BTA. La oportunidad de mejora está asociada al uso de herramientas como la que se propone en este documento, la cual está relacionada con:

- La alta diversidad de cultivos por unidad de área en Colombia, que determina una oportunidad de mejora de las MTA relacionada con la necesidad de atender, a partir de recomendaciones de adaptación, a un mayor número de cultivos en el territorio (departamento). Esto es posible por medio de la automatización de ciertos procesos, que es lo que pretende esta herramienta. De esa forma, se fortalecerán las MTA y se incrementará la cobertura en número de sistemas productivos por departamento.
- La ecuatorialidad de la mayor parte del territorio colombiano, la cual determina un reto para las MTA y a la vez una oportunidad para mejorar. Dados los escasos cambios en los registros de la temperatura del aire y de la radiación solar a través del año, no se tienen estaciones definidas de siembra y de cosecha, como sucede en otras latitudes. Esta condición favorece la presencia de varias etapas fenológicas de una misma especie en pequeñas áreas. Debido a que la vulnerabilidad de los cultivos, en sus diferentes etapas fenológicas, es diferencial frente a la amenaza climática, es necesario considerarlo en las MTA y plasmarlo en los BTA, lo cual implica un salto de calidad en las recomendaciones que ofrecen las mesas.
- La predominancia de la actividad productiva bajo secano, que implica hacer énfasis en la susceptibilidad de los sistemas productivos asociada a esa condición. Es decir, se debe procurar tener una caracterización del efecto de los cambios en la precipitación sobre los agroecosistemas para garantizar que las recomendaciones que se consensúan en las MTA incrementen la certeza y lleven a una correcta toma de decisiones.

Partiendo de que no todas las MTA cuentan con el aporte de un experto para cada sistema productivo, es necesario desarrollar herramientas que permitan soportar la toma de decisiones con alto nivel de certeza, para el mayor número de cultivos.

La ficha técnica agroclimática (FTA) se entrega como una herramienta que ayuda a resumir e interpretar el efecto del clima sobre los sistemas de producción. Además, permite expresar la relación clima-cultivo en términos de amenaza (déficit y exceso hídrico) y vulnerabilidad (en función de la fenología de los cultivos). De acuerdo con lo anterior, en la medida que la información climática sea confiable, y la FTA describa correctamente el sistema de producción, los expertos podrán incrementar la confianza de los productores en el uso del BTA para la toma de decisiones.

Dado lo anterior, y con el fin de facilitar su comprensión, se presentan definiciones generales en el contexto de la gestión del riesgo agroclimático, de acuerdo con el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2014, 2022).



Conceptualización

Riesgo

Corresponde a las consecuencias desfavorables, a las pérdidas esperadas o al deterioro de un sistema o individuo, producto de la interacción entre los peligros de origen natural y antrópico, y la vulnerabilidad, en un periodo de referencia. Por tanto, la evaluación del riesgo incluye la estimación de la amenaza o peligro, el análisis de la vulnerabilidad y la cuantificación del riesgo. Por ejemplo, el riesgo de sequía en un cultivo se define como las pérdidas de rendimiento relacionadas con un tiempo de déficit hídrico (Cardona A., 2003; Mesa et al., 2010; Guo et al., 2021; IPCC, 2012, 2014, 2022).

Amenaza o peligro

Hace referencia a un factor externo existente, de frecuencia estimada o latente, que hace probable el riesgo para un sistema o individuo, y causa daños o pérdidas, y efectos sobre las poblaciones y los ecosistemas. Esta amenaza puede ser de origen natural (clima, relieve) o antrópico (actividades económicas, coberturas, usos y manejo). Un ejemplo de ello es la intensidad de la sequía o de las lluvias, lo cual es probable que se presente en un área específica y que afecte el desarrollo de los cultivos (Cardona A., 2003; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2017; IPCC, 2012, 2014; Guo et al., 2021).

Vulnerabilidad

Tiene que ver con las características o circunstancias propias de un sistema o individuo que lo hacen susceptible de ser afectado desfavorablemente por una amenaza o peligro. La vulnerabilidad puede surgir de factores físicos, sociales, económicos y ambientales. En el contexto de cambio climático, se considera como el grado en que un sistema es susceptible (exposición

y sensibilidad) o incapaz de afrontar los efectos adversos del cambio climático (adaptación o resiliencia), incluyendo la variabilidad y los extremos climáticos, así como las acciones antrópicas. En los sistemas de producción agropecuaria, por ejemplo, la vulnerabilidad se expresa como la influencia de la severidad del evento climático en el rendimiento durante el periodo de crecimiento (Adger, 2006; Gupta et al., 2020; Guo et al., 2021; IPCC, 2012, 2014, 2022).

Exposición

Corresponde a la naturaleza y al grado con los que un sistema experimenta estrés físico o social, y considera la presencia de sistemas, individuos, activos tangibles e intangibles y relaciones ecológicas que podrían verse afectados negativamente (Adger, 2006, IPCC, 2012, 2014; 2022).

Sensibilidad o impacto

Es el grado con el que un sistema es modificado o afectado por perturbaciones, debido a la interacción de los cambios o fenómenos climáticos peligrosos que ocurren en un lapso específico y a la vulnerabilidad de las sociedades o los sistemas expuestos a ellos (McCarthy et al., 2001; IPCC, 2012, 2014).

Adaptación

Proceso de ajuste al clima real o proyectado y a los efectos esperados, que se da en sistemas naturales o en socioecosistemas, para disminuir o evitar consecuencias perjudiciales o aprovechar oportunidades de cambio (IPCC, 2012, 2014, 2022; MADS, 2017).

Resiliencia

Se refiere a la capacidad o al conjunto de propiedades que permiten que un sistema responda a un evento extremo o perturbación peligrosa y recupere las condiciones normales o cercanas a su estado inicial. La resiliencia ayuda a que el sistema se reorganice de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conserve al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación. En general, la resiliencia es uno de los medios esenciales que caracterizan la capacidad de las comunidades, las organizaciones y los individuos para recuperarse después de enfrentar un desastre natural o climático (Al-Humaiqani & Al-Ghamdi, 2022; MADS, 2017; IPCC, 2014, 2022).

El enfoque de análisis del riesgo para la toma de decisiones

Históricamente se ha considerado vincular el riesgo al análisis de los sistemas productivos agropecuarios. Esta idea se ha incorporado con más fuerza en el entorno actual de variabilidad y cambio climático, y consiste en la evaluación de la vulnerabilidad de estos y su exposición a amenazas específicas para que, a partir de ese conocimiento, se decidan las prácticas o el manejo para reducir su impacto sobre la producción. El cambio de los valores de los elementos del clima en un momento determinado, con respecto a los valores medios históricos (o esperados), se considera la principal amenaza para los objetivos de los productores agropecuarios (figura 2).

Tomando como ejemplo el caso de los productores que realizan labores calendarizadas, es claro que la programación de las actividades del cultivo se hace con base en el conocimiento del comportamiento promedio histórico de variables climáticas, como la precipitación, a nivel local. Las actividades realizadas a partir de esta programación son válidas durante los años modales, en los que los patrones temporales y los valores climáticos se acercan al comportamiento promedio. Sin embargo, cada vez son más frecuentes los años que presentan anomalías, ya sean años lluviosos o secos, y si en ellos se conservan las labores calendarizadas, se generan impactos sobre los cultivos y su entorno, en términos de cantidad o calidad de cosecha e, incluso, en casos extremos, hay pérdida de rentabilidad (Chica Ramírez et al., 2021; Gallo Gordillo, 2022).

En este sentido, se puede plantear como estrategia de adaptación a los impactos una programación de actividades no calendarizada, sino basada en el comportamiento probable del clima a escala semanal, decadal o mensual. De esta manera, se pueden adelantar, retrasar o modificar las actividades, de acuerdo con las condiciones particulares presentes y futuras (predicción climática), y así lograr las metas de producción, incluso en años no modales. En la figura 2 se muestra un escenario “a” que corresponde a las

labores calendarizadas, mientras que el escenario “b” propone la programación de labores con base en las variables climáticas esperadas, teniendo en cuenta la predicción (para este caso la precipitación) a corto y mediano plazo.

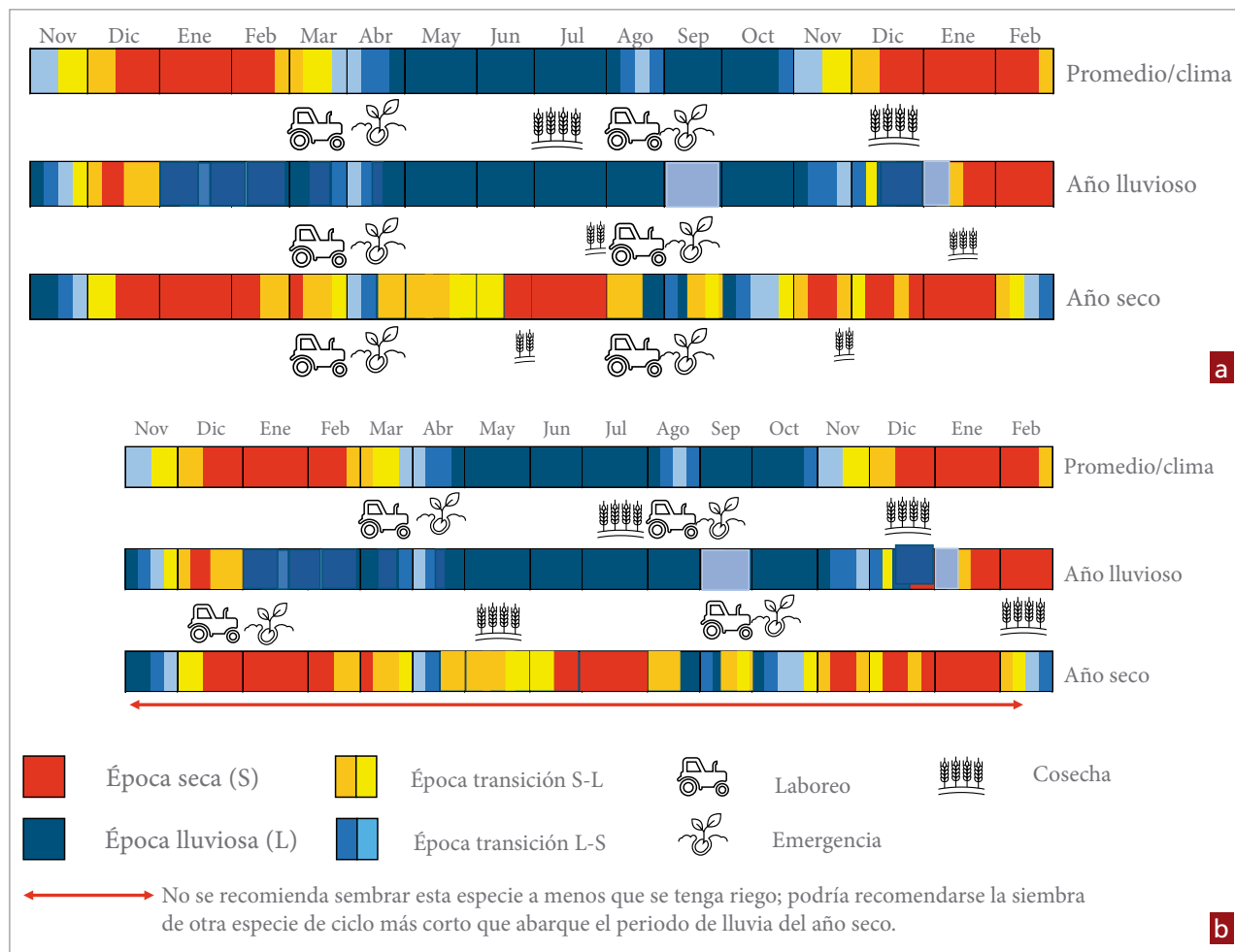


Figura 2. Ejemplo del efecto de la variación de los elementos del clima sobre el sistema de cultivo. a. Variación del clima en el inicio y en la finalización de épocas secas y lluviosas puede generar efectos negativos sobre la producción agrícola si se tienen previstas labores calendarizadas; b. Importancia de la predicción climática en la toma de decisiones y en el manejo no calendarizado de agroecosistemas; así, se puede mantener el potencial productivo del cultivo.

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, y aunque no esté explícito en los documentos guía de las MTA (Giraldo-Mendez et al., 2019; Loboguerrero et al., 2018), en las reuniones periódicas se valora el riesgo de que los productores vean truncados sus objetivos por efecto de los elementos del clima, como la lluvia. La amenaza potencial (déficit o exceso hídrico) se valora a partir de la predicción o proyección climática. La vulnerabilidad del agroecosistema es valorada por los expertos en

cultivos, mientras que las recomendaciones o medidas para reducirla o atenuarla (decisiones en el contexto de la adaptación) se transmiten a gremios, técnicos y productores a través de los BTA en un contexto regional (departamental).

La figura 3 evidencia el efecto de la fecha de siembra y la intensidad de la precipitación sobre el cultivo. La amenaza (el déficit se marca con rojo y el exceso, con azul) se resalta con un recuadro verde que encierra los meses de abril, mayo y junio, siendo este el pronóstico de precipitación emitido por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). El escenario 1 (figura 3a) muestra que el cultivo se sembró el 1 de marzo; el cultivo es vulnerable en esta etapa fenológica, al exceso hídrico (color azul); el pronóstico muestra, para marzo, que se estará en una transición de seco (S) a lluvioso (L), por lo que el riesgo será bajo. Para las siguientes etapas fenológicas, la vulnerabilidad está dada por la deficiencia hídrica (rojo) y el pronóstico indica posible época lluviosa, por lo que el riesgo seguiría siendo bajo.

El escenario 2 (figura 3b), cuya siembra fue en abril, muestra que la vulnerabilidad del cultivo (con azul se representa la germinación y con rojo las etapas siguientes) coincide con el pronóstico climático, por lo que el riesgo es alto. Lo anterior refleja que el pronóstico climático y el conocimiento de la fenología de los cultivos, dependiendo de la zona geográfica donde se ubiquen, son herramientas fundamentales para que el agricultor tome las mejores decisiones, en pro de un sistema más productivo, rentable y sostenible.

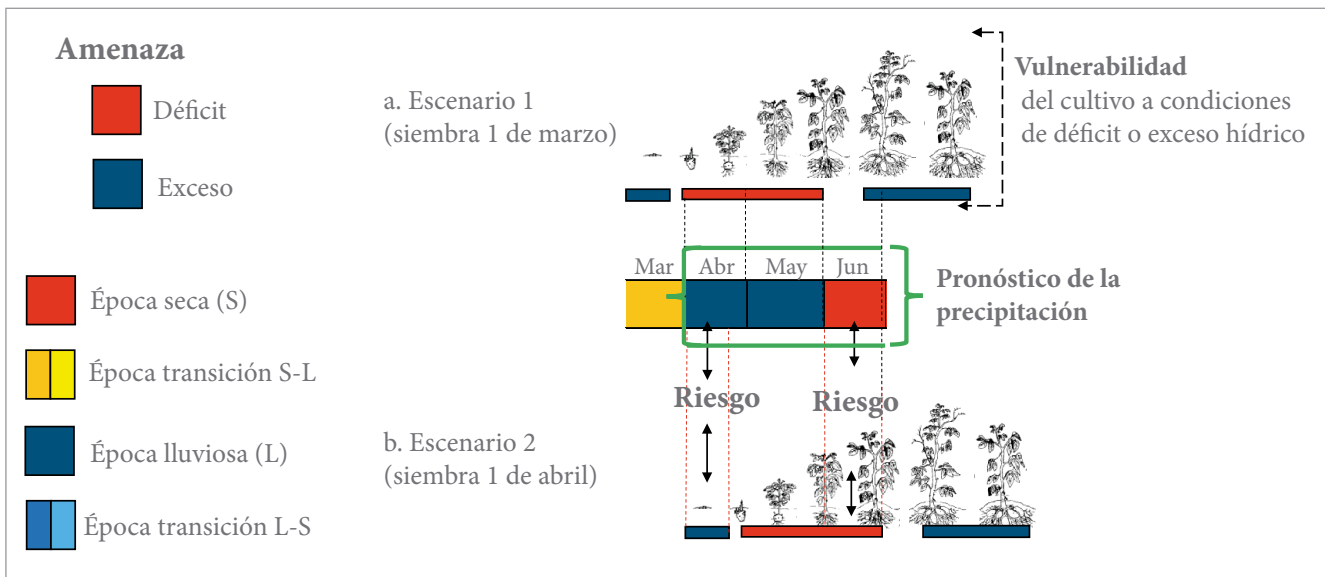


Figura 3. Vulnerabilidad de un cultivo a la amenaza por déficit y exceso hídrico, bajo dos escenarios diferentes.
Fuente: Elaboración propia



Descripción de la herramienta

Las FTA son una herramienta que condensa información útil para orientar las labores pertinentes que ayuden a disminuir la vulnerabilidad de un sistema productivo frente a una amenaza. Así, las FTA identifican la probabilidad de que en un momento específico se configure un escenario de riesgo agroclimático que afecte la producción o, por el contrario, que las condiciones se constituyan en una oportunidad de potenciarla.

El efecto de los extremos climáticos puede llevar a impactos en la cantidad y calidad de la producción, así como en el agroecosistema, a nivel local o regional. Lo anterior deriva en fenómenos de erosión, remoción en masa, saturación o deficiencia de agua en el suelo, elevadas temperaturas, velocidad del viento y humedad ambiental, entre otros. Dichos impactos se pueden generar en el interior de los sistemas productivos al afectar los procesos por un desbalance de las condiciones que favorecen la incidencia y la severidad de agentes bióticos o abióticos (Hart, 1985), los cuales afectan la producción; estas, además, dependerán del estado fenológico de la especie cultivada y del manejo dado en su conjunto.

En este sentido, las FTA permitirán evaluar, *a priori*, la vulnerabilidad de los sistemas productivos debido al comportamiento de las variables climáticas y, asimismo, la probabilidad de afectación, basada en las predicciones reportadas por el Ideam y el comportamiento climático histórico.

De esta manera, se incorpora la dinámica relacionada con la precipitación como factor desencadenante de procesos en los diferentes subsistemas (especie de interés, plagas, enfermedades, suelo, etcétera). Luego, el diseño de la herramienta permitirá ir incorporando las restantes variables climáticas relacionadas con la fenología de las diferentes especies vegetales de interés, como la temperatura del aire y la radiación solar.

Para ilustrar lo anterior, se proponen dos ejemplos: un productor tradicional de papa de la sabana del occidente de Cundinamarca, el cual no cuenta con sistema de riego, realiza la siembra del cultivo en septiembre, basado en el comportamiento histórico de las lluvias para la región. Él proyecta sus labores rutinarias de manejo del cultivo con base en su conocimiento empírico del clima donde está ubicada la finca; sin embargo, ha evidenciado que en los últimos años el clima ya no es el mismo y el comportamiento de las lluvias podría ser muy diferente a lo esperado, lo cual le genera una alta incertidumbre en el momento de tomar decisiones en el día a día para enfrentar los riesgos a los que se ve expuesto su cultivo. En el caso de la siembra, para la semilla (como elemento expuesto) se considera una amenaza la falta de agua en la etapa de emergencia, pues en esta el cultivo resulta vulnerable (tabla 1). Si no le llega agua al tubérculo madre se limita la emergencia. Entonces, se supone que el pronóstico local en la tercera y cuarta semana de septiembre es de déficit de lluvias (amenaza). Estas semanas son muy importantes para el cultivo porque las plantas inician su proceso de emergencia. Dadas las condiciones de sequía y la alta vulnerabilidad del cultivo en esa fase fenológica, se genera el riesgo de alta disminución en el porcentaje de emergencia de plantas de papa y, como consecuencia, se presenta una baja densidad poblacional, lo que afecta de manera negativa el rendimiento del cultivo.

Para la misma región, se tiene el caso de otro productor que ha sembrado en junio (tres meses antes del productor del ejemplo anterior), al cual el pronóstico de las precipitaciones de septiembre le sirve para gestionar el riesgo potencial al que se verá enfrentado su cultivo en la fase de floración y tuberización. Por ejemplo, la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora* Povolný) aparece bajo condiciones de sequía y el cultivo se hace vulnerable a ella desde la formación del tubérculo (tuberización) hasta su desarrollo completo. En este caso, si el pronóstico para septiembre es déficit de lluvia, se presentaría el riesgo de ataque de polilla guatemalteca, lo que traería como consecuencia la pudrición de los tubérculos (tabla 1).

Si el pronóstico fuera exceso de lluvia, el ataque de la polilla ya no sería un riesgo, pero el cultivo sería vulnerable al ataque de gota (*Phytophthora infestans* [Mont] de Bary), enfermedad que, en general, se presenta en temporadas de lluvia. En este caso, el cultivo es vulnerable desde la emergencia hasta la cosecha; por lo tanto, el pronóstico de lluvia en cualquier fase fenológica representa alerta de riesgo (tabla 1).

Tabla 1. Ejemplo de identificación del riesgo agroclimático y la vulnerabilidad de un cultivo de papa en la sabana del occidente de Cundinamarca

Amenaza	Elemento expuesto	Fase fenológica	Vulnerabilidad*	Riesgo	Consecuencias
Déficit de lluvias	Semilla	Emergencia	Alta	Disminución en la emergencia de plantas, daño fisiológico en plantas emergidas	Disminución del rendimiento y la calidad de los tubérculos; pérdidas económicas
	Tubérculo	Reproductiva	Baja†	Ataque de polilla guatemalteca (<i>T. solanivora</i>)	Pudrición de tubérculos; reducción del rendimiento
Exceso de lluvias	Parte aérea de la planta y tubérculos	Todas	Alta	Plantas enfermas de gota causada por <i>Phytophthora infestans</i>	Pudrición del tejido en toda la planta; pérdida de la cosecha

* El nivel de vulnerabilidad del cultivo depende de la capacidad de adaptación de este frente a la situación adversa; por ejemplo, en el caso de variedades resistentes o tolerantes, esta será baja o media.

† Si se cultiva con la variedad Diacol Capiro, resistente al ataque de polilla guatemalteca (*T. solanivora*), la vulnerabilidad del cultivo será baja. Para variedades susceptibles, la vulnerabilidad estaría entre media y alta, dependiendo el nivel de tolerancia. Fuente: Elaboración propia

En la figura 4 se observa que para el agroecosistema analizado, el suelo es vulnerable al exceso de lluvias (barras horizontales azules), porque se mantiene desnudo o sin coberturas durante un periodo considerable, independiente de las condiciones topográficas del terreno durante los primeros estadios de crecimiento de las plantas; esto se debe al manejo que se da tradicionalmente a estos sistemas en diferentes regiones. Es importante mencionar que un elemento expuesto (por ejemplo, las hojas) puede ser vulnerable a dos escenarios de lluvia: amenaza por exceso (barras horizontales azules) y por déficit (barras horizontales rojas). En la misma figura, también se muestran los elementos expuestos a la izquierda y el nombre de la amenaza a la derecha. Las labores mencionadas en la figura (preparación del terreno, fertilización, aporque) están relacionadas con el efecto que puede tener la lluvia sobre su correcta ejecución. En azul se presentan las etapas susceptibles al exceso y, en rojo, las susceptibles al déficit. De esta manera, la amenaza está asociada a la probabilidad de ocurrencia de lluvias y, por lo tanto, el riesgo se configurará como se indica en la figura 3.



Fuente: Elaboración propia

Metodología para la construcción de la herramienta para apoyar la toma de decisiones

El objetivo de la herramienta es ofrecer información para determinar acciones encaminadas a mejorar el desempeño de los cultivos en contextos productivos ecuatoriales, donde la variación de las condiciones climáticas determina el éxito del ciclo productivo. Igualmente ofrece información relacionada con la vulnerabilidad (o susceptibilidad) del sistema de cultivo frente a la oferta climática. Para el ejemplo de la FTA, dicha vulnerabilidad se evalúa como función del estado fenológico, partiendo del principio de que hay etapas más o menos susceptibles al déficit y exceso de lluvias. Dado que la unidad de análisis es el agroecosistema, la herramienta permite identificar si las épocas en las que las condiciones son favorables para el desarrollo de los factores limitantes para el cultivo (plagas y enfermedades) coinciden con las etapas en las que las plantas son más vulnerables a estas.

Por ser una herramienta de apoyo para utilizarse en el contexto local, se asume que los cultivos están adaptados al medio y, por ende, los términos usados para describir el exceso o el déficit se enmarcan en el contexto local. Es decir, no es lo mismo hablar de una época seca en una zona naturalmente seca (como la sabana de Bogotá), que hablar de una época seca en una zona lluviosa (como el oriente del departamento de Caldas). Asimismo, la información condensada en la ficha se puede utilizar para identificar las oportunidades de potencializar la producción, con base en la oferta del clima (momentos oportunos de siembra, variedades, labores agronómicas, entre otros).

Para la elaboración de la ficha, hay que tener en cuenta los siguientes pasos:

1. Definir la duración del ciclo de cultivo (línea de tiempo) en el contexto productivo definido por la MTA. Identificar las fechas usuales de siembra y cosecha (figura 5).

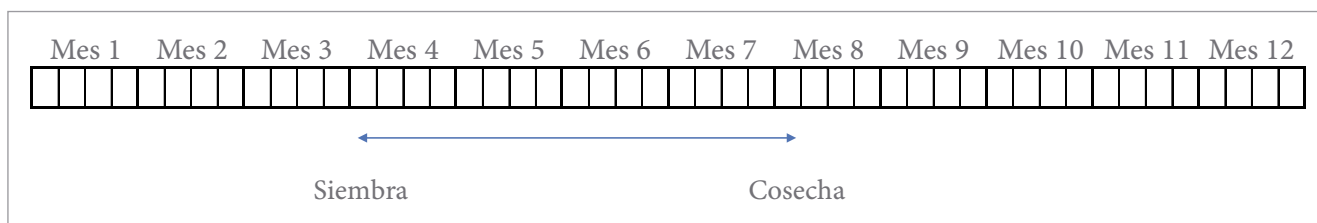


Figura 5. Diagrama para la definición del ciclo de cultivo.

Fuente: Elaboración propia

2. En la línea de tiempo definida, identificar las principales etapas fenológicas del cultivo (figura 6). En este paso, se sugiere utilizar un gráfico o una tabla en la que cada cuadro represente una unidad de la escala de tiempo seleccionada para el análisis (días, semanas o meses). Es necesario definir actividades asociadas con la gestión del cultivo, como fertilización, podas e, incluso, preparación del terreno.

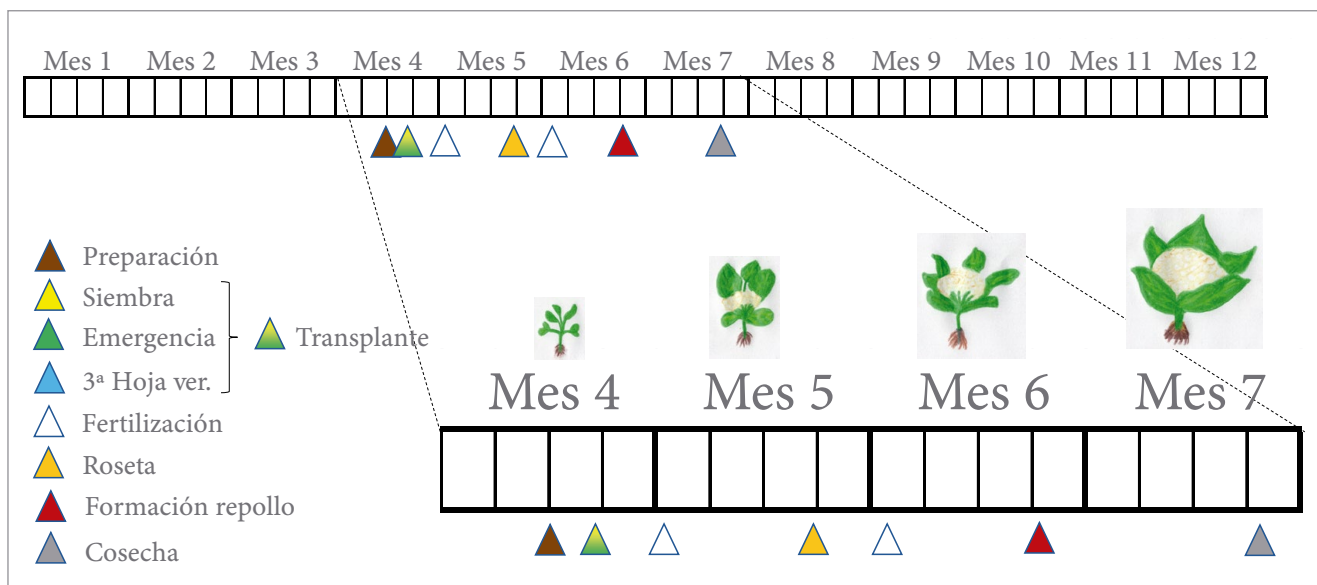


Figura 6. Línea de tiempo con información referente a fenología y gestión del cultivo.

Fuente: Elaboración propia

3. Definir los elementos expuestos (hojas, flores o frutos) y riesgos probables asociados al déficit y el exceso hídrico; por ejemplo, probable riesgo de inundación o daño por alguna plaga.
4. Determinar la vulnerabilidad de cada etapa fenológica del cultivo frente al déficit o al exceso hídrico. En este caso, se subraya con rojo el periodo durante el cual el cultivo es susceptible a déficit y cuando es susceptible a exceso se marca con el color azul, como se muestra en la figura 3.

Ejemplo de construcción de una FTA para el cultivo de plátano en el departamento del Quindío

Considerando el panorama anterior y teniendo definida la condición de amenaza para el cultivo, se pueden identificar con mayor claridad los momentos y los elementos expuestos en los que este sería más vulnerable o susceptible a dicha amenaza.

La figura 7 ejemplifica la herramienta construida, con datos reales, para un cultivo de plátano sembrado en el departamento del Quindío, la cual está compuesta por siete elementos:

A = ciclo de crecimiento y desarrollo del cultivo de plátano (fenología).

B = viñetas de la condición de amenaza hídrica.

C = elemento expuesto.

D = vulnerabilidad.

E = amenaza ante la presencia del fenómeno de La Niña 2010-2011; climatología (comportamiento histórico de datos de la estación El Agrado, Quindío, entre 1980 y 2010. Datos del Ideam).

F = viñetas de la climatología.

G = riesgo.

La climatología o el histórico climático (E) muestra el comportamiento bimodal característico para la zona del Quindío, con meses de altas precipitaciones (color azul; marzo-mayo y septiembre-noviembre de 2010), de bajas precipitaciones (color rojo; junio-julio y diciembre-enero de 2010 y 2011) y de transición (agosto de 2010 y febrero de 2011).

Teniendo en cuenta las necesidades hídricas del cultivo de plátano en sus diferentes etapas fenológicas (K_c , relacionada con la evapotranspiración potencial $[E_{To}]$) y asociado al tipo de suelo (alta o baja retención de humedad), se determinó la amenaza (E) durante el periodo de La Niña 2010-2011. Así, se observa que entre marzo y abril de 2010 se presentó un exceso

hídrico (color azul), el cual hizo vulnerables (D) los elementos expuestos (C): preparación del terreno, siembra y arvenses (color azul conectado con flechas), lo que configuró los riesgos (G): dificultad en la adecuación del terreno e incremento de costos; pudrición de semilla, ataque de nemátodos y picudo negro; competencia por recursos y presencia de insectos vectores, respectivamente. A pesar de estar bajo el fenómeno de La Niña y teniendo en cuenta las necesidades de agua que tiene el cultivo, las precipitaciones entre mayo de 2010 y enero de 2011 evidenciaron déficit hídrico (color rojo) de tal manera que, en esas etapas fenológicas, se afectaron algunos elementos expuestos (C): fertilización (4.º y 8.º mes después de la siembra) y diferenciación floral y elongación del tallo (entre el 6.º y el 10.º mes después de la siembra) (color rojo conectado con flechas). Finalmente, entre febrero y abril de 2011 se presentó amenaza (E) para hojas, hijos o rebrotes y pseudotallo (C).

En resumen, si las flechas entre la vulnerabilidad (D) y la amenaza (E) conectan colores iguales es porque el cultivo es vulnerable y se configura un riesgo (G); por el contrario, si conectan colores diferentes, el riesgo (G) es menor o no lo hay, dependiendo de la etapa fenológica y el elemento expuesto.

El objetivo fundamental de la herramienta es que, una vez informado el pronóstico climático por parte del Ideam (generalmente trimestral) en la MTA correspondiente, se definan, dependiendo del cultivo, la etapa fenológica en la que se encuentre y el tipo de suelo (entre muchos otros elementos), la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo a los que pueda verse enfrentado, para así tomar anticipadamente las posibles acciones (adaptación) que eviten pérdidas en producción y productividad (cantidad y calidad).

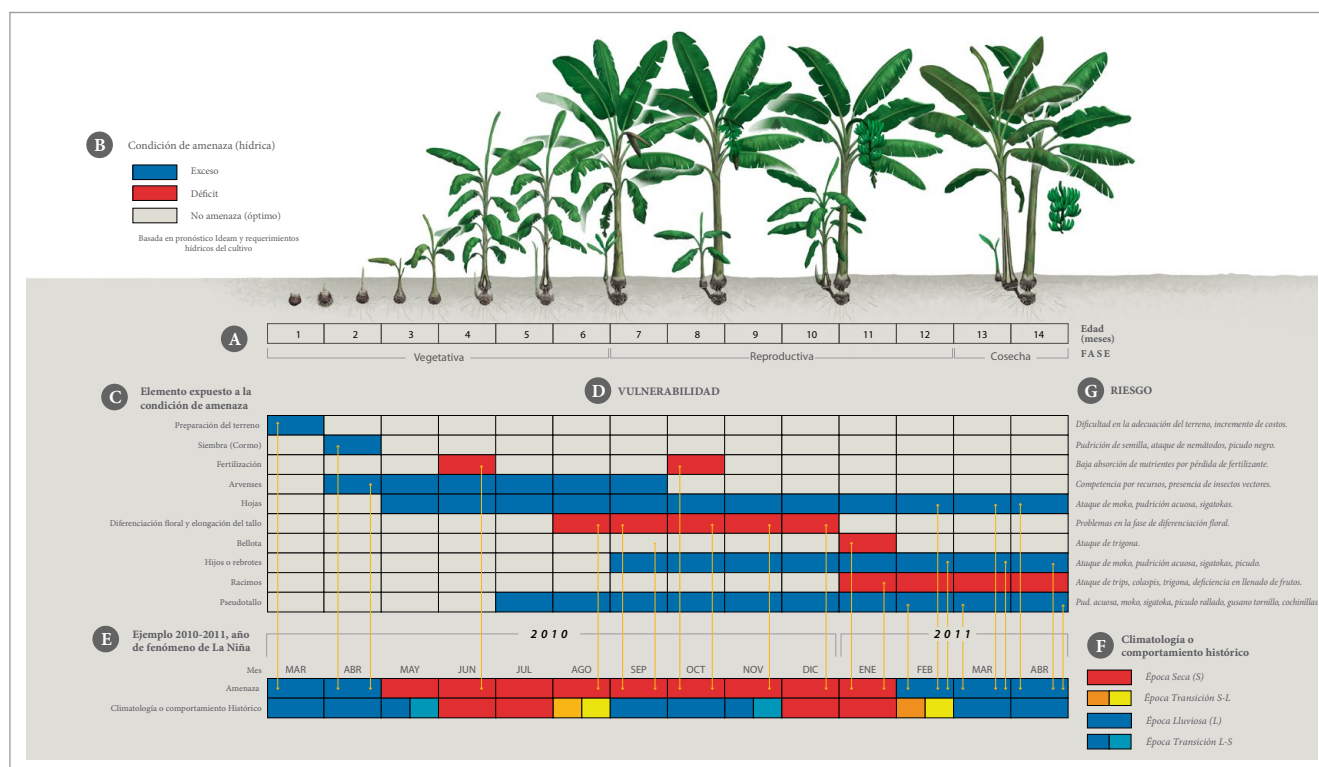


Figura 7. Ficha agroclimática para el cultivo del plátano (cv. Dominico Hartón) sembrado por encima de los 1.200 m s. n. m.
Fuente: Elaboración propia



Definición de déficit y exceso hídrico en el contexto de la FTA

Uno de los problemas al tratar de definir si un periodo es seco o húmedo radica en suponer que la comparación entre los datos de diferentes localidades o la comparación entre diferentes periodos en el interior de una localidad pueden resolver el asunto. Por ejemplo, un análisis estadístico descriptivo de la precipitación acumulada anual de una localidad permite definir años muy secos y muy lluviosos en dicho contexto. Asimismo, analizar promedios anuales de diferentes localidades determina cuál localidad es más o menos lluviosa. De ahí en adelante, tanto las clasificaciones generalizadas, como las basadas en el uso de percentiles, tienen el mismo nivel de arbitrariedad.

Por lo anterior, en el contexto de las FTA se determinó que un periodo seco es aquel en el que la precipitación es inferior a la evapotranspiración real de un cultivo (ETa). No obstante, se consideró la premisa de Amézquita y Londoño (1997), que plantea la existencia de suelos secos en climas húmedos, por lo que se involucró dicho componente (suelo) en la definición de épocas secas y húmedas. Para no entrar en complejidad, se definieron dos tipos de suelos en función de su capacidad de retención de humedad: los de alta y baja capacidad.

Para el cálculo de la evapotranspiración real, se partió de la ecuación genérica para definir evapotranspiración de referencia² (ETo en función de la altitud (ecuación adjunta, donde ETo está expresada en mm/día y A es la altitud en m) (Jaramillo Robledo, 2006):

$$ETo = 4,37 * e^{-0,002 * A}$$

² Cuando no se tiene información de evapotranspiración real se trabaja con valores de evapotranspiración de referencia.

Con base en simulaciones realizadas con un modelo de balance hídrico y utilizando información de diferentes tipos de suelo, se obtuvieron las láminas mensuales generadoras de exceso y déficit (figura 8a). Por ejemplo, en una localidad ubicada a 1.000 m s. n. m., el déficit hídrico de una pastura (similar al cultivo de referencia) sembrada en suelos arcillosos con alta retención de humedad (figura 8a) se alcanza cuando llueve menos de 110 mm durante el mes. Sin embargo, en una localidad ubicada a la misma a. s. n. m., la misma pastura sembrada en suelos arenosos, con baja capacidad de almacenamiento de agua (figura 8b), el déficit hídrico se alcanza cuando caen menos de 140 mm de lluvia en el mes. De igual manera, sucede cuando se quiere definir un mes lluvioso (excesivo en lluvias), esto dependerá del tipo de suelo (a o b) y de la a. s. n. m.

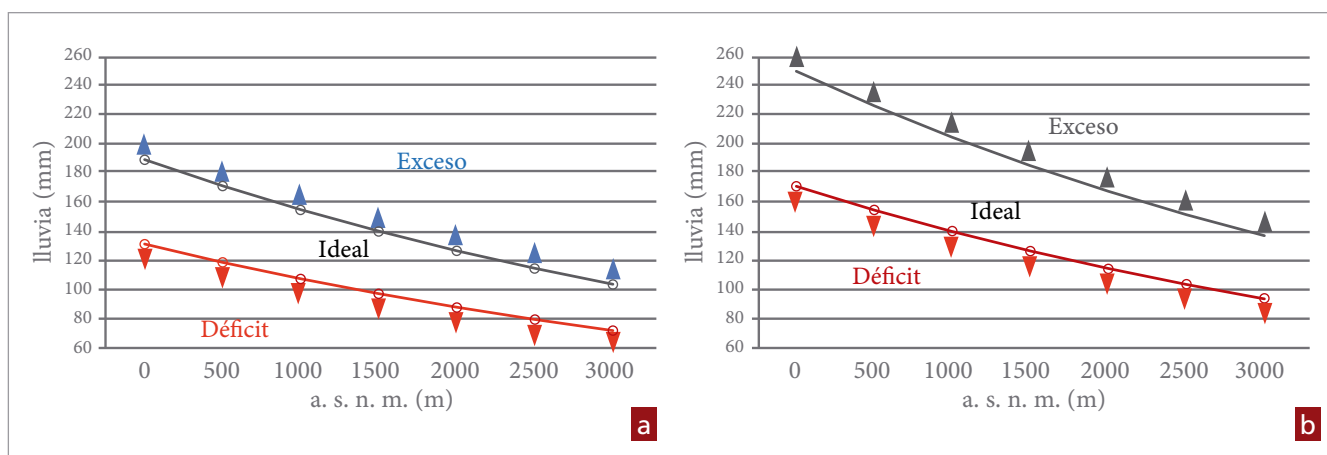


Figura 8. Definición del exceso y el déficit hídrico en las FTA, como función de la altitud y de la capacidad de retención de humedad del suelo. a. Suelos de alta capacidad de retención; b. Suelos de baja capacidad de retención. Fuente: Elaboración propia

Conclusión

Para los productores agropecuarios, la variabilidad y el cambio climático no son únicamente conceptos, son realidades tangibles que influyen en su vida cotidiana. Éstos no solo aprovechan ciertos eventos climáticos para optimizar sus actividades, sino que también enfrentan y se adaptan a aquellos desafiantes. En este contexto, la herramienta FTA, desarrollada por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), emerge como un recurso importante. Ofrece información vital para manejar eventos climáticos adversos y aprovechar los favorables. Cuando se utiliza adecuadamente, la FTA permite identificar escenarios de riesgo probable, caracterizar la amenaza y definir la vulnerabilidad en contextos productivos a nivel regional y local. Junto con otras herramientas de gestión de riesgo, tanto existentes como en desarrollo, la FTA aspira a ser un soporte esencial para las MTA del país. Su objetivo es asegurar que la información y las recomendaciones plasmadas en los BTA sean más precisas y brindar a aquellos involucrados en el sector agropecuario (agricultores pequeños, medianos o grandes, extensionistas, asistentes técnicos, entre otros) la capacidad de tomar decisiones más informadas. Esto les permitirá minimizar sus riesgos, incrementar su capacidad de adaptación y, en consecuencia, mejorar su calidad de vida.



Referencias

- Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 268-281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>
- Al-Humaiqani, M. M., & Al-Ghamdi, S. G. (2022). The built environment resilience qualities to climate change impact: Concepts, frameworks, and directions for future research. *Sustainable Cities and Society*, 80, 103797. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103797>
- Amézquita, E., & Londoño, H. (1997). La infiltración del agua en algunos suelos de los Llanos Orientales y sus implicaciones en su uso y manejo. *Suelos Ecuatoriales*, 27, 163-168.
- Cardona A., O. D. (2003). *La manera de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo* [Ponencia]. International Work-Conference on Vulnerability in Disaster Theory and Practice, Wageningen, Holanda.
- Chica Ramírez, H. A., Gómez Gil, L. F., Bravo Bastidas, J. J., Carbonell González, J. A., & Peña Quiñones, A. J. (2021). Site-specific intra-annual rainfall patterns: a tool for agricultural planning in the Colombian sugarcane production zone. *Theoretical and Applied Climatology*, 146(1-2), 543-554. <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03755-1>
- Gallo Gordillo, O. J. (2022). *Estimación de la oferta hídrica para planificación de cultivos en una cuenca de la Orinoquia colombiana* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/82003>
- Giraldo-Mendez, D., Martínez-Barón, D., Loboguerrero, A. M., Gumucio, T., Martínez, J. D., & Ramírez-Villegas, J. (2019). *Technical Agroclimatic Committees (MTA). A detailed guide for implementing MTA, step-by-step*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/105442>
- Guo, H., Wang, R., Garfind, G., Zhang, A., Lin, D., Liang, Q., & Wang, J. (2021). Rice drought risk assessment under climate change: Based on physical vulnerability a quantitative assessment method. *Science of The Total Environment*, 751(10), 141481. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141481>
- Gupta, M., Patil, J., & Goyal, V. (2020). Vulnerability Assessment of the Agro-Based Households to Climate Change in the Bundelkhand Region and Suggesting Adaptation Strategies.. En V. Venkatramanan, S. Shachi Shah, & R. Prasad, (Eds.), *Global Climate Change and Environmental Policy. Agriculture Perspectives* (pp. 5-124) . Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-9570-3>

- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. Cambridge University Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2014). *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas*. Organización Meteorológica Mundial.
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2022). *Climate Change 2022. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for policymakers*. Cambridge University Press.
- Jaramillo Robledo, A. (2006). Evapotranspiración de referencia en la región Andina de Colombia. *Cenicafé*, 57(4), 282-298. [https://www.cenicafe.org/es/publications/arc057\(04\)288-298.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/arc057(04)288-298.pdf)
- Loboguerrero, A. M., Boshell, F., León, G., Martinez-Baron, D., Giraldo, D., Recaman Mejía, L., Díaz, E., & Cock, J. (2018). Bridging the gap between climate science and farmers in Colombia. *Climate Risk Management*, 22, 67-81. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2018.08.001>
- McCarthy, J., Canziani, O., Leary, N., Dokken, D., & White, K. S. (Eds.). (2001). *Climate change 2001: impacts, adaptation and vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- Mesa, L., Corso, S., & Soza, S. (2010). *Gestión del riesgo de sequía y otros eventos climáticos extremos en Chile*. Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO].
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS]. (2017). *Política nacional de cambio climático*. Puntoaparte.



Terminó de diseñarse
en diciembre de 2023, Bogotá, D. C., Colombia



Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Esta cartilla describe la *Ficha Técnica Agroclimática* (FTA), una herramienta diseñada para la identificación y gestión de riesgos agroclimáticos en cultivos ecuatoriales. La FTA integra bases ecofisiológicas, conocimiento local y científico para analizar el efecto de eventos climáticos sobre los sistemas de producción agropecuaria. Aplicada de una manera correcta, la FTA permite identificar anticipadamente los riesgos y las oportunidades asociados a la oferta del clima y complementa otras herramientas generadas por AGROSAVIA. La facilidad en su uso la convierten en un instrumento clave en la planificación rural a diferente escala geográfica. La FTA contribuye a reducir la incertidumbre de las decisiones que se toman en el ejercicio de gestión de sistemas productivos.



CORREO: **bac@agrosavia.co**

TELÉFONO: **(57 1) 422 73 00 EXT. 1257 o 1274**

SKYPE: **[biblioteca.agropecuaria](https://www.skype.com/name/identifiers/alias/biblioteca.agropecuaria)**

www.agrosavia.co

**Distribución gratuita
Prohibida su venta**